

RESPIRASI TANAH PADA LANTAI HUTAN MANGIUM *)

OLEH
CAHYONO AGUS D.K. **)

ABSTRACT

Emission of CO_2 from forest floor can be studied as an indicator of soil micro-organism activity, root activity and supply of CO_2 to atmosphere. Soil respiration on mangium (*Acacia mangium*) plantation was very important to be studied, because litterfall decomposition rate was low.

The study of soil respiration on mangium forest floor was carried out from August 1995 to January 1996 in Gadjah Mada University Education Forest, Wanagama I Yogyakarta. Soil respiration was calculated monthly by alkali absorption method at three location namely denuded area, 5 yr-old and 10 yr-old mangium plantation.

Emission of CO_2 from soil horizon decreased with increasing plantation age. Soil respiration and soil microorganism activity from organic horizon were relatively lower than from mineral horizon. Carbon dioxide emission from soil horizon at denuded area were 43.6 t/ha/yr, at 5 yr-old mangium plantation were 36.2 t/ha/yr and at 10 yr-old mangium plantation were 24.4 t/ha/yr. Emission of CO_2 from organic horizon at 5 and 10 year-old mangium plantation were 9.6 and 13.8 t/ha/yr, respectively. Total CO_2 emission from forest floor at denuded area were 43.6 t/ha/yr, at 5 yr-old mangium plantation were 45.8 t/ha/yr and at 10 yr-old mangium plantation were 38.2 t/ha/yr. The CO_2 emission from mangium forest floor was lower compared to emission from other vegetation cover in tropical area, but twice compared to emission from temperate forest.

Keywords: *respiration, mangium*

PENDAHULUAN

Kebanyakan produksi primer dalam ekosistem hutan tersimpan dalam tegakan tanaman (termasuk akar) dan jatuh ke lantai hutan sebagai seresah. Energi yang terbebaskan selama dekomposisi dapat didekati dengan mengukur emisi CO_2 dari

*) Penelitian yang dibiayai oleh dana DPP UGM 1995/1996

**) Staf Pengajar pada Jurusan Budidaya Hutan Fakultas Kehutanan UGM

lantai hutan. Kebanyakan peneliti menemukan bahwa jumlah karbon yang teremisi sebagai CO_2 lebih banyak daripada karbon yang terkandung dalam seresah (Kirita, 1971).

Lebih dari setengah jumlah hara yang diambil oleh hutan, pada dasarnya akan dikembalikan ke dalam tanah dalam bentuk jatuhnya seresah (*litterfall*). Siklus hara ini akan mengakibatkan terbentuknya suatu sumber hara yang dapat tersedia kembali bagi tanaman. Namun demikian, laju ketersediaan hara ini sangat dipengaruhi oleh jumlah dan kualitas seresah yang dihasilkan dalam suatu ekosistem hutan. Laju dekomposisi dan ketersediaan kembali menjadi hara yang dapat dimanfaatkan kembali oleh tanaman juga sangat dipengaruhi oleh aktivitas mikroorganisme perombaknya. Kecepatan dekomposisi seresah mempunyai korelasi positif dengan aktivitas mikroorganisme tanah. Dekomposisi bahan organik dan pembebasan haranya sangat penting dalam ekosistem hutan untuk mineralisasi, siklus hara dan mengelola kesuburan tanah hutan.

Aktivitas mikroorganisme dapat membantu pertumbuhan tanaman, mempengaruhi kesuburan tanah dan menghancurkan senyawa organik beracun. Aktivitas biologi mikroorganisme tanah dapat diperkirakan dengan mengukur pengambilan gas O_2 atau emisi gas CO_2 , karena merupakan hasil respirasi dan kegiatan organisme. Gas CO_2 yang terlepas dari tanah dapat dipakai sebagai indeks aktivitas biologi dalam tanah dan dapat digunakan untuk memahami siklus karbon dalam ekosistem hutan.

Penelitian tentang respirasi tanah dari lantai hutan mangium yang dilakukan dengan menggunakan emisi CO_2 sebagai indikatornya masih sangat terbatas. Penelitian tentang respirasi tanah hutan yang mencerminkan aktivitas mikroorganisme tanah dalam mengurai seresah hutan dan pengembalian karbon lewat seresah hutan masih sangat sedikit. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk memberikan informasi tentang (i) besarnya aktivitas biologi di lantai hutan, (ii) siklus karbon dalam ekosistem hutan dan (iii) peran lantai hutan di dalam memasok CO_2 ke udara. Diharapkan penelitian ini dapat memberikan informasi tentang aktivitas mikroorganisme di lantai hutan mangium, yang dapat diukur dengan jumlah CO_2 yang teremisi dari lantai hutan pada setiap satuan luas dan waktu.

TINJAUAN PUSTAKA

Emisi CO_2 dari subsistem perombak adalah indikator langsung dari aktivitas organisme perombak, hilangnya C dari substrat atau bahan organik. Sebagai contoh, pengukuran emisi CO_2 dari substrat terdekomposisi dapat menyediakan informasi tentang indeks laju dekomposisi dan mineralisasi. Pengukuran tersebut tidak hanya berasal dari flora dan fauna dalam tanah tetapi juga respirasi akar tanaman.

Kenaikan konsentrasi CO_2 atmosfer dan gas yang lain dapat mengakibatkan kenaikan suhu global (*global warming*) di masa mendatang. Tanah memainkan peran

yang sangat penting di dalam melepaskan CO₂ ke udara. Sistem tanah tanaman dapat berfungsi sebagai sumber CO₂ tergantung pada laju dekomposisi dan laju pembentukan karbon organik tanah (Veldkamp, 1994). Kalau hutan ditebang, tanah akan berubah menjadi sumber CO₂. Laju kenaikan relatif konsentrasi CO₂ dalam atmosfer bumi adalah 0,5 %, yang setara dengan 0,6 Pg (0,6 juta ton) karbon per tahun (Bouwman *cit.* Veldkamp, 1994). Beberapa peneliti sebelumnya melaporkan bahwa konsentrasi CO₂ akan naik dengan semakin dalamnya profil tanah, tetapi produksi CO₂ lebih besar di lapisan permukaan dan menurun drastis dengan kedalaman tanah. Singh dan Gupta (1977) melaporkan bahwa tanah sampai kedalaman 5 cm memasok 3/4 dari total emisi CO₂ harian, sedang pada kedalaman 5 sampai 10 cm menghasilkan tambahan 10 % dari laju harian dan lapisan yang lebih dalam menghasilkan 15 % dari keluaran. Nilai yang lebih besar dari respirasi tanah dapat disebabkan oleh banyaknya akar tanaman dan tingginya populasi bakteri, karena juga menghasilkan CO₂ dari lapisan tanah. Oleh karena itu, respirasi akar perlu dihilangkan dengan memotong atau mematikan akar pada tempat yang akan diukur.

Metode absorpsi alkali untuk mengetahui respirasi tanah pertama kali diperkenalkan oleh Lundergard (Singh & Gupta, 1977). Metode ini sangat sesuai untuk mengukur respirasi tanah di lapangan, karena peralatannya sederhana, mudah dibawa dan dapat diterapkan pada berbagai variasi habitat. Kirita (1977) mengungkapkan bahwa tinggi kotak isolasi harus lebih dari 8 cm, yang tertanam harus lebih dari 5 cm, dan larutan KOH terpakai harus lebih dari 2,5 cm.

Karbon dioksida mungkin dapat dibebaskan tidak secara biologis, tetapi di kebanyakan tanah, produksi semacam itu relatif kecil (Singh & Gupta, 1977). Dengan demikian respirasi tanah mampu berfungsi sebagai kriteria sebagai penilai aktivitas biologi secara relatif dan dapat dipakai sebagai studi pembandingan. Laju respirasi tanah dipengaruhi oleh faktor lingkungan, seperti: temperatur, lengas tanah, hara tanah, jeluk tanah, jumlah dan biomassa organisme, tipe hutan atau praktek silvikultur.

Kemampuan mangium (*Acacia mangium* Willd) untuk tumbuh secara luas telah menjadikannya sebagai suatu pilihan alami untuk penghutanan kembali dan rehabilitasi tanah di daerah dataran rendah tropis di Asia. Pertumbuhannya yang cepat pada tanah-tanah yang relatif tidak subur dan kemampuannya di dalam membentuk naungan menjadikannya sangat baik untuk mengendalikan rumput alang-alang.

Mangium memproduksi bintil akar sehingga dapat tumbuh pada tanah-tanah yang mengandung nitrogen dan bahan organik yang sangat rendah. Infeksi akar oleh rhizobium biasanya telah terjadi, tetapi inokulasi buatan kadang-kadang juga perlu. Suatu hubungan yang simbiotis dengan jamur mikrobial akan mempermudah untuk tahan terhadap kekurangan hara (Sanchez, 1976).

Alexander (1976) menyatakan bahwa laju dekomposisi bahan organik akan lebih cepat pada tanah yang bereaksi netral, dan pada kelembaban yang cukup, atau sekitar kapasitas lapangan, dikarenakan jasad renik dapat hidup dengan baik. Namun dekomposisi tidak dapat berlangsung apabila terdapat kelebihan air atau kekurangan oksigen (Mohr dan Van Baren *cit.* Alexander, 1976). Brady (1982) menyatakan bahwa

dekomposisi bahan organik dapat memperbesar jumlah organisme tanah dan mengakibatkan peningkatan fosfat organik, disamping dapat memperbaiki lingkungan menjadi lebih sesuai untuk pertumbuhan tanaman.

Biomassa organik di kebanyakan lantai hutan mangium biasanya relatif tinggi, karena jumlah seresah yang jatuh ke lantai hutan lewat jatuhnya seresah lebih banyak dibanding yang terdekomposisi di lantai hutan. Laju dekomposisi seresah yang rendah ini dapat disebabkan karena sulitnya seresah mangium untuk didekomposisi atau juga dapat dikarenakan oleh tingkat aktivitas mikroorganisme tanah di bawah tegakan mangium relatif rendah. Untuk itu, sangat diperlukan penelitian tentang respirasi tanah di lantai hutan mangium untuk mengetahui tingkat aktivitas biologi, jumlah emisi CO_2 dan tingkat dekomposisi seresah di lantai hutan.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Hutan Pendidikan Wanagama I yang dikelola oleh Fakultas Kehutanan UGM yang terletak di Gunung Kidul. Plot pengamatan dilakukan di areal pertanaman *Acacia mangium* (mangium) umur 5 tahun, 10 tahun dan tanah kosong di petak yang sama. Rancangan yang digunakan dalam percobaan ini adalah rancangan acak lengkap berblok (*Randomized Completely Block Design* atau RCBD), dengan 3 perlakuan umur pertanaman dan 3 blok sebagai ulangan, untuk mengurangi pengaruh keragaman lapangan. Penelitian dilaksanakan selama 6 bulan dari bulan Agustus 1995 sampai dengan Januari 1996. Data respirasi tanah bulanan diambil dari lapisan mineral bagian atas, lapisan organik dan total lapisan pada masing-masing plot percobaan. Data yang diperoleh kemudian dikonversi untuk mendapatkan data selama setahun dalam luasan 1 hektar. Data dianalisis dengan analisis varian dan apabila terdapat perbedaan nyata antar perlakuan akan dilakukan uji lanjut beda nyata terkecil atau *Least Significant Difference* (BNT/LSD).

Penentuan Biomassa Lantai Hutan (modifikasi Agus, 1995)

1. Meletakkan kawat kuadrat berukuran 50 cm x 50 cm pada lantai hutan yang masih utuh.
2. Mengiris dengan hati-hati batas sampel tersebut dengan pisau atau gunting.
3. Mengambil lapisan L (*litter*) pada bagian atas lantai hutan tanpa merusak keadaan di bawahnya, yang mempunyai ciri-ciri: seresah yang baru jatuh, kandungan air masih tinggi, bentuk masih utuh, warna kehijauan atau kecoklatan dan masih agak segar.
4. Mengambil lapisan F1 (*fermentasi tahap 1*) yang mempunyai ciri-ciri: berupa seresah yang mulai terdekomposisi, bentuk sudah tidak utuh lagi, bentuk seresah asli masih kelihatan, warna kecoklatan dan masih merupakan satuan seresah tunggal/ tidak saling lengket.

5. Mengambil lapisan F2 (fermentasi tahap 2) yang mempunyai ciri-ciri: berupa seresah yang telah terdekomposisi lanjut, bentuk asli sudah tidak kelihatan lagi tapi masih bisa dibedakan jenis seresah, warna kecoklatan dan seresah yang satu menempel pada seresah yang lain atau saling lengket.
6. Mengambil lapisan H (humus) yang mempunyai ciri-ciri: berupa seresah yang telah terdekomposisi sempurna sehingga berbentuk seperti kompos, bentuk sudah kelihatan lagi, warna kehitaman dan struktur remah gembur, kemudian dimasukkan dalam kantong terpisah yang berlabel.

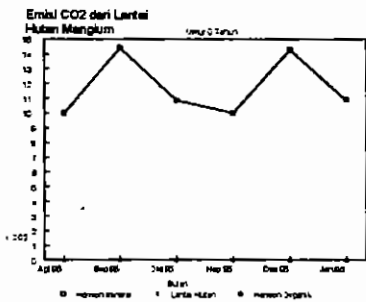
Penentuan Respirasi Tanah (Kirita, 1971, dimodifikasi)

1. Membuat plot pengamatan respirasi tanah dengan memasang 3 buah kotak respirasi berukuran (20 x 20 x 20) cm pada permukaan tanah mineral dan 3 buah pada permukaan lantai hutan (lapisan tanah mineral dan lapisan tanah organik).
2. Menanam bagian bawah penyambung kotak respirasi ukuran (20 x 20 x 10) cm sedalam 5 cm pada tempat yang akan diukur, sehingga yang tersembul di permukaan tanah juga sekitar 5 cm.
3. Meletakkan penyangga/tripod pada bagian dalam penyambung kotak respirasi.
4. Memasukkan larutan KOH 1N sebanyak 50 ml ke dalam gelas/cawan.
5. Meletakkan cawan berisi KOH 1 N tersebut dalam keadaan terbuka di atas tripod setinggi 10 cm dari permukaan tanah sehingga kokoh.
6. Menutup segera dengan kotak respirasi ukuran (20 x 20 x 20) cm dan segera memberi isolasi bagian sambungan atau bagian yang diperkirakan terbuka secara rapat, sehingga tidak ada udara yang keluar/masuk.
7. Membuka kembali tutup kotak respirasi setelah 24 jam (waktu harus diketahui dengan pasti)
8. Segera menutup gelas/cawan respirasi serta memberi isolasi sehingga tidak ada udara yang bisa masuk/keluar.
9. Menitrasi KOH dalam gelas yang telah diinkubasikan tersebut dengan larutan HCL 1 N hingga warna merah muda berubah menjadi putih. Namun sebelumnya perlu diberi larutan BaCO₃ dan indikator PP secukupnya.
10. Mencatat jumlah HCl yang dibutuhkan untuk titrasi.
11. Menghitung jumlah CO₂ yang tertangkap dalam larutan KOH.
12. Menjumlah dan mengonversi jumlah CO₂ yang teremis selama 1 tahun seluas 1 hektar.

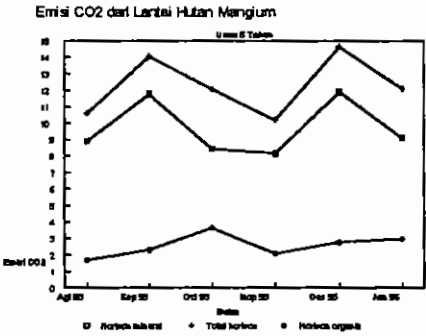
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Perubahan bulanan emisi CO₂ dari lantai hutan yang dapat dicerminkan dari nilai respirasi tanah pada pertanaman mangium umur 0, 5 dan 10 tahun dapat dilihat

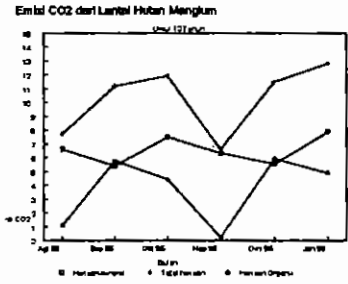
pada Gambar 1 s.d. 6. Emisi CO₂ pada horison mineral pada lantai hutan mangium umur 10 tahun ternyata lebih rendah dibanding dengan emisi CO₂ hutan mangium umur 5 tahun dan tanah terbuka. Jumlah emisi CO₂ pada horison mineral pada tanah terbuka adalah berkisar 10-14 g/m²/hari, sedang pada pertanaman mangium umur 5 tahun adalah 9-12 g/m²/hari dan pada pertanaman mangium umur 10 tahun adalah 5-8 g/m²/hari. Dengan demikian terlihat dalam penelitian ini bahwa dengan semakin bertambahnya umur pertanaman mangium, maka emisi CO₂ yang berasal dari horison mineral akan semakin mengecil.



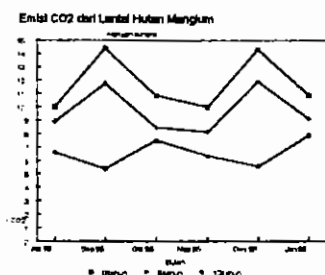
Gambar 1. Respirasi tanah pada tanah terbuka



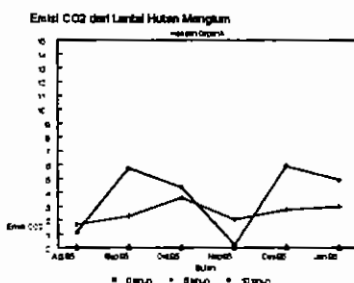
Gambar 2. Respirasi tanah pada lantai hutan mangium umur 5 tahun



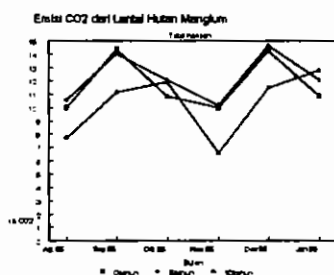
Gambar 3. Respirasi tanah pada lantai hutan mangium umur 10 tahun



Gambar 4. Respirasi tanah pada horison mineral lantai hutan mangium



Gambar 5. Respirasi tanah pada horison organik lantai hutan mangium



Gambar 6. Respirasi tanah pada lantai hutan mangium

Emisi CO₂ yang berasal dari horison organik ternyata mempunyai simpangan (standar deviasi) dan mempunyai keragaman yang lebih besar. Hal ini dapat dimengerti karena keragaman lapisan horison organik, baik meliputi ketebalan, jumlah dan macam bahan organik pada setiap lantai hutan selalu terlihat besar. Bagaimanapun juga jatuhnya seresah tidak mungkin terbagi secara merata pada lantai hutan. Jumlah emisi CO₂ pada horison organik lantai hutan dalam penelitian ini ternyata relatif lebih sedikit bila dibandingkan dengan jumlah emisi CO₂ yang berasal dari horison mineral. Hal ini sangat menarik, karena sebagian besar orang mengira bahwa aktivitas mikroorganisme yang terbesar adalah pada horison organik yang aktif mendekomposisi seresah (Kiritia, 1971)

Abe *et al.* (1994) dan Agus (1995) membuktikan bahwa fluktuasi musiman emisi CO₂ pada lantai hutan mempunyai hubungan yang sangat erat dengan temperatur

tanah dan jumlah hujan yang akan mempengaruhi kadar lengas pada lantai hutan. Berbeda dengan fluktuasi musiman pada sistem hutan di daerah iklim sedang (*temperate*) yang mempunyai fluktuasi yang sangat besar, maka fluktuasi respirasi bulanan pada sistem hutan di daerah tropika relatif kecil. Hal ini disebabkan karena respirasi tanah sangat dipengaruhi besarnya temperatur (Kirita, 1971; Agus, 1995). Dengan adanya perbedaan nilai dan fluktuasi temperatur bulanan, maka respirasi tanah pada musim panas di daerah sedang relatif lebih besar dibanding di daerah dingin, tetapi respirasi tanah pada musim dingin menjadi sangat kecil atau bahkan relatif tidak ada (Agus, 1995). Emisi CO_2 maksimal yang terukur yang berasal dari lantai hutan (penjumlahan dari horison mineral dan horison organik) pada penelitian ini adalah $14.7 \text{ g/m}^2/\text{hr}$ pada pertanaman mangium umur 5 tahun. Sementara itu, Agus (1995) mengukur emisi CO_2 maksimal yang terjadi pada waktu musim panas pada sistem hutan di daerah sedang adalah $22.1 \text{ g/m}^2/\text{hr}$.

Tabel 1. Analisis varian respirasi tanah lapisan mineral di hutan mangium

| Sumber | db | JK | KT | F hitung | Prob. |
|-----------|----|---------|---------|----------|----------|
| Umur | 2 | 562,640 | 281,320 | 99,818 | 0,0004** |
| Blok | 2 | 11,527 | 5,763 | 2,045 | 0,2445 |
| Kesalahan | 4 | 11,273 | 2,818 | | |
| Total | 8 | 585,440 | | | |

Tabel 2. Analisis varian respirasi tanah lapisan organik di hutan mangium

| Sumber | db | JK | KT | F hitung | Prob. |
|-----------|----|---------|--------|----------|---------|
| Umur | 2 | 91,760 | 45,880 | 22,075 | 0,007** |
| Blok | 2 | 12,327 | 6,163 | 2,966 | 0,162 |
| Kesalahan | 4 | 8,313 | 2,078 | | |
| Total | 8 | 112,400 | | | |

Hasil analisis varian menunjukkan bahwa perbedaan umur pertanaman mengakibatkan respirasi tanah yang berasal dari lapisan mineral dan organik berbeda sangat nyata (Tabel 1 dan 2). Hal ini menunjukkan bahwa dengan adanya perbedaan umur tanaman, maka emisi CO_2 yang merupakan indeks aktivitas mikroorganisme tanah dan akar tanaman akan menunjukkan hasil yang berbeda. Uji lanjut beda nyata

terkecil (BNT, LSD) terhadap jumlah respirasi tanah menunjukkan bahwa respirasi tanah yang berasal dari lapisan mineral cenderung menurun dengan semakin tuanya umur pertanaman. Namun demikian, respirasi tanah yang berasal dari lapisan organik cenderung naik dengan semakin tuanya umur pertanaman (Tabel 4). Ini berarti aktivitas mikroorganisme dan akar tanaman pada lapisan mineral tanah relatif lebih aktif pada tanaman yang berumur lebih muda, sedangkan pada lapisan organik tanah cenderung lebih aktif pada pertanaman yang lebih tua. Hal ini disebabkan oleh telah stabilnya siklus hara di ekosistem yang telah tua/mantap (Agus, 1995).

Tabel 3. Analisis varian respirasi tanah total lapisan di hutan mangium

| Sumber | db | JK | KT | F hitung | Prob. |
|-----------|----|---------|---------|----------|-----------|
| Umur | 2 | 300,240 | 150,120 | 454,909 | 0,00002** |
| Blok | 2 | 0,060 | 0,030 | 0,091 | 0,9 |
| Kesalahan | 4 | 1,320 | 0,330 | | |
| Total | 8 | 301,620 | | | |

Hasil analisis anova menunjukkan bahwa perbedaan umur pertanaman mengakibatkan total respirasi tanah yang merupakan penjumlahan respirasi tanah yang berasal dari lapisan mineral dan organik berbeda sangat nyata (Tabel 3). Hal ini menunjukkan bahwa dengan adanya perbedaan umur tanaman, maka emisi CO_2 yang merupakan indeks aktivitas mikroorganisme tanah dan akar tanaman akan menunjukkan hasil yang berbeda. Uji lanjut beda nyata terkecil (BNT, LSD) terhadap jumlah respirasi tanah menunjukkan bahwa total respirasi tanah cenderung tidak berbeda pada pertanaman yang masih berumur muda. Namun demikian, total respirasi tanah cenderung menurun dengan semakin tuanya umur pertanaman (Tabel 4). Ini berarti aktivitas mikroorganisme dan akar tanaman pada seluruh lapisan tanah relatif lebih aktif pada tanaman yang berumur lebih muda.

Tabel 4. Uji beda nyata terkecil (BNT, LSD) terhadap pengaruh umur pertanaman mangium terhadap respirasi tanah ($\text{t CO}_2/\text{ha}/\text{th}$)

| Perlakuan | Lap.Mineral | Lap.Organik | Lap.Total |
|---------------|-------------|-------------|-----------|
| Umur 0 tahun | 43,6 a | 0 d | 43,6 g |
| Umur 5 tahun | 36,2 b | 9,6 e | 45,8 g |
| Umur 10 tahun | 24,4 c | 13,8 f | 38,2 h |

Keterangan: terdapat perbedaan sangat nyata pada nilai rerata yang diikuti dengan huruf yang berbeda pada kolom yang sama.

Kehilangan CO₂ tahunan pada horison mineral lantai hutan mangium umur 0, 5 dan 10 tahun ke atmosfer berturut-turut adalah 43,6 ; 36,2 dan 24,4 t CO₂/ha/th. Emisi CO₂ pada horison mineral lantai hutan mangium umur 5 dan 10 tahun berturut-turut adalah 9,6 dan 13,8 t CO₂/ha/th. Dengan demikian total emisi CO₂ pada lantai hutan mangium umur 0, 5 dan 10 tahun berturut-turut adalah 43,6 ; 45,8 dan 38,2 t CO₂/ha/th. Total kehilangan CO₂ pada lantai hutan akibat dekomposisi bahan organik di daerah tropika ini ternyata 2 kali lipat dari sistem hutan di daerah sedang, yang hanya berkisar pada 17,9 - 20,2 t/ha/th (Agus, 1995). Hal ini dapat disebabkan oleh tingginya resim temperatur tanah dan rezim lengas tanah di daerah tropika.

Tabel 5. Biomassa horison organik pada lantai hutan mangium (t/ha)

| Umur tnm | Horison | | | | Total |
|----------|---------|--------|------|------|-------|
| | L | F1 | F2 | H | |
| 0 tahun | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 tahun | 0,13 | (6,64) | 0 | 6,77 | |
| 10 tahun | 1,26 | (5,25) | 2,73 | 9,24 | |

Tabel 5 menunjukkan bahwa biomassa horison organik semakin besar dengan semakin bertambahnya umur tanaman. Hal ini dapat terjadi karena dengan semakin bertambahnya umur pertanaman maka jumlah seresah yang jatuh dan biomassa yang terlibat dalam siklus material akan semakin besar. Demikian juga stok biomassa yang terdapat pada lantai hutan maupun pada tanamannya juga semakin besar. Agus (1995) membuktikan bahwa jumlah karbon pada biomassa tanaman atau horison organik adalah sekitar 1/2 dari berat biomassa organik. Dengan demikian jumlah karbon pada pertanaman mangium umur 5 dan 10 tahun berturut-turut adalah sebesar 3,39 dan 4,62 t/ha.

Pada lahan yang terbuka, biomassa organik relatif sedikit, karena tidak ada masukan penting dari seresah tanaman. Dengan tidak adanya horison organik pada lahan kosong tersebut, maka respirasi tanah pada horison organik lahan tersebut juga dianggap tidak ada. Jumlah kehilangan karbon pada horison organik pada pertanaman mangium umur 5 dan 10 tahun ke atmosfer ternyata lebih besar dibanding dengan stok karbon yang terdapat dalam horison organik. Hilangnya karbon dari lantai hutan tersebut segera mendapat masukan dari seresah yang jatuh dari pertanaman di atasnya. Dengan demikian biomassa dan karbon yang terlibat dalam siklus material pada pertanaman mangium jauh lebih besar dari pada stok biomassa dan karbon yang terdapat pada sistem hutan. Dapat pula dikategorikan bahwa proses biogeokimia pada sistem hutan mangium di daerah tropika ini berjalan sangat cepat. Dengan demikian ekosistem hutan mangium yang termasuk spesies tumbuh cepat, ternyata dapat dengan segera mencapai kestabilan siklus hara, sehingga keseimbangan dan kesehatan ekosistemnya cepat tercapai.

Tabel 6. Nilai pH, Eh dan Daya hantar listrik tanah

| Umur tnm | pH-H ₂ O | pH-KCl | Eh | DHL |
|----------|---------------------|--------|-----|-------|
| 0 tahun | 6,0 | 5,5 | 124 | 180,9 |
| 5 tahun | 6,7 | 5,4 | 60 | 302 |
| 10 tahun | 6,5 | 5,7 | 104 | 130,3 |

Tabel 6 menunjukkan bahwa nilai pH tanah yang cukup tinggi pada masing-masing plot percobaan menunjukkan indikasi bahwa lingkungan kimiawi tanah mampu mendukung kegiatan mikroorganisme semaksimal mungkin. Nilai Eh (redoks potensial) tanah yang positif menunjukkan bahwa kondisi tanah dalam kondisi aerob dan cukup udara untuk respirasi mikroorganisme. Nilai DHL (daya hantar listrik) yang tinggi dapat disebabkan kandungan logam-logam berat pembawa arus listrik, yang karena nilai pH tanahnya tinggi maka lebih banyak dikuasai oleh logam-logam basa. Dengan demikian kondisi ini cukup sesuai untuk pertumbuhan dan kehidupan mikroorganisme ataupun tanaman (Sanchez, 1976). Ini dapat terlihat dengan adanya kontribusi respirasi tanah pada horison tanah yang sangat besar terhadap respirasi total pada lantai hutan. Rendahnya respirasi tanah yang merupakan indikasi rendahnya kegiatan mikroorganisme pada horison organik lantai hutan disebabkan tebalnya seresah daun mangium dan mengandung lignin yang sangat sukar didekomposisi mikroorganisme. Dengan demikian terlihat jelas bahwa rendahnya tingkat dekomposisi daun dan seresah mangium memang disebabkan oleh rendahnya aktivitas mikroorganisme yang memang sulit mendekomposisi daun mangium.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya dan penghargaan yang setinggi-tingginya disampaikan kepada: Pimpinan Wanagama I yang telah menyediakan lokasi penelitian, Ir.H. Anwar Bale dan Dr.Ir. Haryono Supriyo, M.Agr.Sc. yang telah memberikan bimbingan, dan Sumadi-Wagiran yang telah membantu mendapatkan data di lapangan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Emisi CO₂ pada horison mineral lantai hutan mangium umur 0, 5 dan 10 tahun berturut-turut adalah 43,6 ; 36,2 dan 24,4 t CO₂/ha/th.

2. Emisi CO_2 pada horison organik lantai hutan mangium umur 5 dan 10 tahun berturut-turut adalah 9,6 dan 13,8 t $\text{CO}_2/\text{ha}/\text{th}$.
3. Emisi CO_2 pada horison mineral menurun dengan bertambahnya umur tanaman, sedang pada horison organik cenderung semakin tinggi.
4. Respirasi dan aktivitas mikroorganisme tanah pada horison organik lantai hutan mangium relatif lebih rendah bila dibanding dengan dari horison mineral.
5. Total emisi CO_2 pada lantai hutan mangium umur 0, 5 dan 10 tahun berturut-turut adalah 43,6 ; 45,8 dan 38,2 t $\text{CO}_2/\text{ha}/\text{th}$.
6. Emisi CO_2 , respirasi tanah dan aktivitas mikroorganisme pada lantai hutan mangium cenderung lebih rendah dibandingkan dengan tanaman lain di daerah tropika, tetapi dua kali lipat bila dibandingkan dengan emisi di daerah temperate.

Saran

Dari hasil pelaksanaan dan kesimpulan penelitian tentang respirasi tanah pada lantai hutan mangium yang dilaksanakan di petak 14 Wanagama I Yogyakarta, maka disarankan agar:

1. Perlu diadakan penelitian pendukung yang berupa pengamatan laju jatuhnya seresah, biomassa lantai hutan, biomassa horison mineral dan laju dekomposisi seresah yang juga meliputi analisis kadar hara pada masing-masing pengamatan sehingga seluruh seri penelitian dapat dilaksanakan dan saling mendukung.
2. Perlu dilakukan pengamatan lapangan yang lebih lama dan sering sehingga data akumulatif yang dikumpulkan akan lebih representatif.
3. Perlu pengamatan kondisi iklim mikro dan makro maupun pengamatan lingkungan ekologi mikro dan makro.

DAFTAR PUSTAKA

- Abe, T., H. Toda, C. Agus. K. Haibara dan Y. Aiba. 1994. Soil respiration and nitrogen mineralization of *Matebashii* (*Pasania edulis*) stand and *Sudajii* (*Castanopsis cuspidata*) stand at northern limit region. Paper presented at 105th Annual Meeting of The Japanese Forestry Society at Tokyo Univ. of Agr. & Tech. Tokyo, on April 4-6th 1994. p.46.
- Agus, C. 1995. Study on biogeochemical cycles of evergreen broad-leaved forest in northern limit region. Master thesis. Tokyo Univ. Agr. and tech. Tokyo. 209 pp.
- Alexander, M. 1976. Introduction to soil microbiology. John Wiley & Sons. New York. ix + 467 h.

- Brady, N.C. 1982. The nature and properties of soil. Mac. Milan Publishing Co. New York. xvi + 850 h.
- Kirita, H. 1971. Studies of soil respiration in warm temperate evergreen broadleaf forests of southwestern Japan. Jap. J. Ecol. 21: 230 - 244. (In Japanese with English summary).
- Mengel, K. dan E.A. Kirkby. 1978. Principles of plant nutrition. International Potash Institute. Switzerland. 465 h.
- Sanchez, P.A. 1976. Properties and management of soils in the tropics. John Wiley & Sons. New York. 618 h.
- Singh, J.S. dan S.R. Gupta. 1977. Plant decomposition and soil respiration in terresial ecosystems. Botanical rev. 43: 449-528.
- Veldkamp, E. 1994. Organic carbon turnover in three tropical soils under pasture after deforestation. Soil Sci.Soc. Am.J. 65: 175-180.

